

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-333598

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 1 0			
	5 2 0			
1/136	5 0 5			
	5 1 0			
H 0 1 L 49/02				

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平6-127567

(22) 出願日 平成6年(1994)6月9日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 下牧 伸一

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ
オ計算機株式会社八王子研究所内

(72) 発明者 吉田 哲志

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ
オ計算機株式会社八王子研究所内

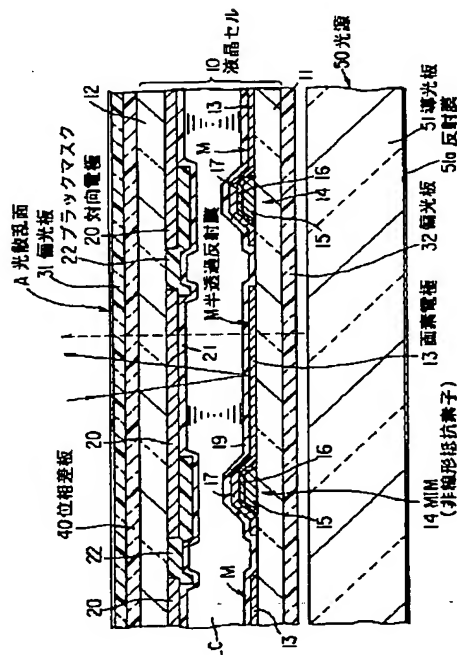
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 外光を利用する反射型表示機能と光源からの光を利用する透過型表示機能とを有し、かつ液晶セルにMIMを能動素子とする液晶セルを用いた液晶表示装置として、カラーフィルタを用いずに光を着色し、しかも反射型表示の際の偏光板および液晶セルの基板での光吸収による光量ロスを少なくできるものを提供する。

【構成】 MIM14を能動素子とする液晶セル10の表面側と裏面側にそれぞれ偏光板31、32を配置し、表面側偏光板31と液晶セル10との間に位相差板40を配置して、反射型表示の際は、位相差板40と液晶セル10の液晶層との複屈折効果と表面側偏光板31の偏光および検光作用とを利用して光を着色し、透過型表示の際は、前記複屈折効果と裏面側偏光板32の偏光作用と表面側偏光板31の検光作用とを利用して光を着色するようにし、さらに液晶セル10の裏面側基板11の内面に設けた画素電極13に半透過反射膜Mを兼ねさせた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】表面側から外光を入射させその光を反射させて表示する反射型表示機能と、光源からの光を裏面側から入射させて表示する透過型表示機能とを有し、かつ液晶セルに、2端子の非線形抵抗素子を能動素子とするアクティブマトリックス型液晶セルを用いた液晶表示装置であって、

前記液晶セルと、この液晶セルの表面側に配置された第1の偏光板と、前記液晶セルの裏面側に配置された第2の偏光板とからなり、

かつ、前記液晶セルの裏面側の基板の内面に、入射光がある反射率と透過率で反射および透過させる半透過反射膜が設けられているとともに、

前記第1の偏光板の透過軸が、前記液晶セルの表面側の基板上における液晶分子の配向方向に対して斜めずれ、前記第2の偏光板の透過軸が、前記液晶セルの裏面側の基板上における液晶分子の配向方向に対して斜めずれていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】液晶セルの両基板の内面にそれぞれ設けられている電極のうち、裏面側基板の内面に設けられている電極が半透過反射膜を兼ねていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】液晶セルとその表面側に配置された第1の偏光板との間に位相差板が配置されており、この位相差板は、その遅相軸を前記第1の偏光板および第2の偏光板の透過軸に対してそれぞれ斜めにずらして設けられていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項4】半透過反射膜の反射面はほぼ鏡面であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項5】液晶セルの表面側に配置された第1の偏光板の一面が光散乱面となっていることを特徴とする請求項1または請求項4に記載の液晶表示装置。

【請求項6】偏光板の表面が光散乱面であることを特徴とする請求項5に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、反射型表示機能と透過型表示機能とを有し、かつ液晶セルに、2端子の非線形抵抗素子を能動素子とするアクティブマトリックス型液晶セルを用いた液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置として、自然光や室内照明光等の外光を利用し表面側から入射する光を反射させて表示する反射型表示機能と、光源からの光を裏面側から入射させて表示する透過型表示機能とを有するものがある。

【0003】上記反射型表示機能と透過型表示機能とを有する液晶表示装置は、従来、図17に示すような構成となっている。この液晶表示装置は、液晶セル1をはさんでその表面側と裏面側とにそれぞれ偏光板5、6を配

置するとともに、液晶セル1の裏面側に設けた偏光板6の裏面側に、入射光がある反射率と透過率で反射および透過させるハーフミラー7を配置したものであり、光源8は、前記ハーフミラー7の背後に設けられている。

【0004】上記液晶セル1は、透明な電極を設けるとともにその上に配向膜を形成した一対の透明基板2、3をそれぞれの電極形成面を互に対向させて枠状のシール材4を介して接合し、この両基板2、3間に液晶を挟持させたものであり、液晶の分子は、それぞれの基板2、3上における配向方向を前記配向膜で規制されて所定の配向状態に配向されている。

【0005】また、上記光源8は、一般に、上記ハーフミラー7の裏面ほぼ全体に対向する導光板9と、この導光板9の一端面に向けて配置された光源ランプ10とからなっている。前記導光板9は、アクリル樹脂等からなる透明板の裏面全体にAl（アルミニウム）等の蒸着膜からなる反射膜9aを形成したもので、光源ランプ10からの照明光は、導光板9にその一端面から入射して導光板9内を導かれ、この導光板9の表面全体から液晶セル1に向かって出射する。

【0006】この液晶表示装置は、一般にTN（ツイステッド・ネマティック）方式とされており、液晶セル1の液晶の分子は両基板2、3間において90°のツイスト角でツイスト配向され、表面側の偏光板5はその透過軸を液晶セル1の表面側基板3上（基板内面）における液晶分子の配向方向とほぼ平行またはほぼ直交させて配置され、裏面側の偏光板6はその透過軸を液晶セル1の裏面側基板2上における液晶分子の配向方向とほぼ平行またはほぼ直交させて配置されている。

【0007】上記液晶表示装置は、外光の光量が十分な明るい場所では外光を利用する反射型表示を行なうものであり、このときは、図17に実線矢印で示したように、液晶表示装置にその表面側から入射する外光が、表面側偏光板5の偏光作用により直線偏光となって液晶セル10に入射する。

【0008】一方、液晶セル1の液晶分子は、両基板2、3の電極間に電圧を印加していない状態では初期のツイスト配向状態にあり、電極間への電圧の印加によって基板2、3面に対しほぼ垂直に立上がり配向するため、液晶セル1に入射した直線偏光のうち、オン電圧が印加されていない領域に入射した光は、液晶層の複屈折効果によりほぼ90°旋光された直線偏光となって液晶セル1を出射し、また電圧印加領域に入射した光は、液晶層による複屈折効果をほとんど受けずに入射時と同じ直線偏光のまま液晶セル1を出射する。

【0009】そして、液晶セル1を出射した光は、裏面側偏光板6に入射してこの偏光板6の検光作用により画像光となってハーフミラー7に入射し、その光のうち、ハーフミラー7で反射された光が、前記裏面側偏光板6と、液晶セル1と、表面側偏光板5とを通過して液晶表示

装置の表面側に出射する。

【0010】また、上記液晶表示装置は、外光の光量が少ない暗い場所でも、光源ランプ10を点灯させることによって表示を行なえるものであり、その場合は図17に破線矢印で示すように、光源8からの照明光がまずハーフミラー7に入射し、このハーフミラー7を透過した光が裏面側偏光板6の偏光作用により直線偏光となって液晶セル10に入射するとともに、この液晶セル10を通った光が、表面側偏光板5の検光作用により画像光となって液晶表示装置の表面側に出射する。

【0011】ところで、上記液晶表示装置の液晶セル1には、一般に、液晶層をはさんで対向する一対の透明基板2、3のうち、一方の基板の内面（液晶層との対向面）に複数の画素電極とこれら各画素電極にそれぞれ対応する複数の能動素子とを配設し、他方の基板の内面に前記各画素電極と対向する対向電極を設けたアクティブマトリックス型液晶セルが用いられている。

【0012】このアクティブマトリックス型液晶セルとしては、主に、TFT（薄膜トランジスタ）を能動素子とするものが用いられているが、最近では、液晶セルの製造コストを低減して液晶表示装置の低価格化をはかるため、TFTに比べて構造が簡単な、MIMや薄膜ダイオード等の2端子の非線形抵抗素子を能動素子とするアクティブマトリックス型液晶セルを用いることが考えられている。

【0013】すなわち、MIMは、第1の電極と絶縁膜と第2の電極とを積層したものであり、また薄膜ダイオードは、第1の電極とn型半導体膜とp型半導体膜と第2の電極とを積層したものであって、いずれも、TFTに比べて構造が簡単で容易に製造できるから、能動素子の製造工程を簡略化し、液晶セルの製造コストを低減することができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の液晶表示装置は、外光を利用する反射型表示の際の光のロスが大きく、そのため、反射型表示での表示が暗いという問題をもっていた。これは、液晶表示装置にその表面側から入射した光が、表面側偏光板5と液晶セル1と裏面側偏光板6とを通過してハーフミラー7に入射し、このハーフミラー7で反射された光が、前記裏面側基板6と液晶セル1と表面側偏光板5とを通過して液晶表示装置の表面側に出射するためであり、したがって、表面側から入射した光が、再び表面側に出射するまでの間に、表裏の偏光板5、6をそれぞれ2回ずつ計4回通るとともに、液晶セル1の両方の基板2、3もそれぞれ2回ずつ計4回通るから、偏光板5、6および液晶セル1の基板2、3での光吸収による光量ロスが大きくて、表示が暗くなってしまう。

【0015】また、アクティブマトリックス型液晶セルを用いる液晶表示装置にカラー画像を表示させる場合、

従来は、前記液晶セルの一方の基板に、複数の色、例えば赤、緑、青の三色のカラーフィルタを各画素電極に対応させて設けているが、図17に示した反射型表示機能と透過型表示機能とを有する液晶表示装置では、液晶セルにカラーフィルタを設けると、表示がさらに暗くなってしまうため、カラー画像の表示を実現することがほとんど不可能であった。

【0016】これは、カラーフィルタでの光の吸収によるものであり、カラーフィルタは、その色に対応する波長帯域以外の光を吸収するだけでなく、前記波長帯域の光もかなり高い吸収率で吸収するため、カラーフィルタで着色された光が、カラーフィルタに入射する前の前記波長帯域の光に比べて大幅に光量を減じた光になってしまう。

【0017】そして、透過型表示だけを行なう液晶表示装置の場合は、カラーフィルタでの光の吸収を見込んで大光量の光源を使用することによって表示を明るくすることができるが、図17に示した液晶表示装置では、液晶セルにカラーフィルタを設けると、透過型表示の場合でも表示がかなり暗くなり、さらに反射型表示の場合は、表示がほとんど視認できないほどに暗くなってしまう。

【0018】すなわち、図17に示した液晶表示装置では、透過型表示の場合でも、光源8からの照明光のうち、ハーフミラー7を透過した光しか利用できないため、液晶セル1にカラーフィルタを設けたのでは、表示がかなり暗くなってしまう。

【0019】また、反射型表示の場合は、自然光や室内照明光等の外光を利用するため、入射光量が限られるだけでなく、ハーフミラー7の反射率に対応した量の反射光しか得られないし、さらに、カラーフィルタで着色された光が、前記ハーフミラー7で反射されて液晶表示装置の表面側に出射する過程で再び前記カラーフィルタを通るため、カラーフィルタでの光の吸収がさらに大きくなって、表示がほとんど視認できない程度に暗くなってしまう。

【0020】本発明は、外光を利用する反射型表示機能と光源からの光を利用する透過型表示機能とを有し、かつ液晶セルに、2端子の非線形抵抗素子を能動素子とするアクティブマトリックス型液晶セルを用いた液晶表示装置として、カラーフィルタを用いずに光を着色して明るいカラー画像を表示することができ、しかも、外光を利用する反射型表示の際の偏光板および液晶セルの基板での光吸収による光量ロスを少なくして、反射型表示での表示を十分明るくすることができるものを提供することを目的としたものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、2端子の非線形抵抗素子を能動素子とするアクティブマトリックス型液晶セルと、この液晶セルの表面側に

配置された第1の偏光板と、前記液晶セルの裏面側に配置された第2の偏光板とからなり、かつ、前記液晶セルの裏面側基板の内面に、入射光をある反射率と透過率で反射および透過させる半透過反射膜が設けられているとともに、前記第1の偏光板の透過軸が、前記液晶セルの表面側の基板上における液晶分子の配向方向に対して斜めずれ、前記第2の偏光板の透過軸が、前記液晶セルの裏面側の基板上における液晶分子の配向方向に対して斜めずれていることを特徴とするものである。

【0022】なお、本発明の液晶表示装置において、前記半透過反射膜は、液晶セルの両基板の内面にそれぞれ設けられている電極のうちの裏面側基板の内面に設けられている電極で兼用させてもよい。

【0023】さらに、本発明の液晶表示装置において、前記液晶セルとその表面側に配置した第1の偏光板との間に位相差板を配置してもよく、その場合は、この位相差板を、その遅軸軸を前記第1の偏光板および第2の偏光板の透過軸に対してそれぞれ斜めにずらして設ければよい。

【0024】また、本発明の液晶表示装置においては、液晶セルの裏面側基板の内面に設けた半透過反射膜の反射面がほぼ鏡面であり、かつ、前記第1の偏光板の一面、好ましくは表面が、光散乱面となっているのが望ましい。

【0025】

【作用】本発明の液晶表示装置は、外光の光量が十分な明るい場所では外光を利用する反射型表示を行なうものであり、このときは、液晶表示装置にその表面側から入射する外光が、液晶セルの表面側に配置されている第1の偏光板の偏光作用により直線偏光となって液晶セルに入射するとともに、その液晶層を通った光が液晶セルの裏面側基板の内面に設けられている半透過反射膜に入射し、この半透過反射膜で反射された光が再び液晶層を通じて前記第1の偏光板に入射して、この偏光板を透過する光が画像光となって液晶表示装置の表面側に出射する。

【0026】また、この液晶表示装置は、外光の光量が少ない暗い場所でも、光源からの光を利用して表示を行なえるものであり、そのときは、光源からの光が、液晶セルの裏面側に配置されている第2の偏光板の偏光作用により直線偏光となって液晶セルにその裏面側から入射し、前記半透過反射膜を透過した光が液晶層通って上記第1の偏光板に入射して、この偏光板を透過する光が画像光となって液晶表示装置の表面側に出射する。

【0027】そして、この液晶表示装置においては、前記第1の偏光板の透過軸が、液晶セルの表面側の基板上における液晶分子の配向方向に対して斜めずれ、前記第2の偏光板の透過軸が、前記液晶セルの裏面側の基板上における液晶分子の配向方向に対して斜めずれているため、外光を利用する反射型表示の際は、前記第1の偏光

板を通して入射した直線偏光が、液晶セルの液晶層を通る過程でその複屈折効果により波長ごとに偏光状態が異なる楕円偏光となるとともに、その光のうち、前記半透過反射膜で反射された光が、再び液晶層を通る過程でさらに偏光状態を変えられて前記第1の偏光板に入射し、この第1の偏光板を透過する偏光成分の光が着色光となる。

【0028】また、光源からの光を利用する透過型表示の際は、前記第2の偏光板を通して入射した直線偏光のうち、前記半透過反射膜を透過した光が、液晶セルを通る過程で液晶層の複屈折効果により波長ごとに偏光状態が異なる楕円偏光となって前記第1の偏光板に入射し、この第1の偏光板を透過する偏光成分の光が着色光となる。

【0029】すなわち、この液晶表示装置は、反射型表示の際には、液晶セルの液晶層の複屈折効果と第1の偏光板の偏光および検光作用とを利用して光を着色し、透過型表示の際には、前記液晶セルの液晶層の複屈折効果と第2の偏光板の偏光作用および第1の偏光板の検光作用とを利用して光を着色するものである。

【0030】この液晶表示装置は、カラーフィルタを用いずに光を着色するものであるから、カラーフィルタを透過させる場合に比べて透過光量のロスを大幅に低減して高輝度の着色光を得ることができ、したがって、明るいカラー画像を表示することができる。

【0031】しかも、この液晶表示装置においては、液晶セルの液晶層に印加する電圧の大きさに応じて液晶分子の配向状態が変化し、それに応じて液晶層の複屈折効果が変化するため、液晶セルへの印加電圧を制御することによって前記着色光の色を変化させ、1つの画素で複数の色を表示することができる。

【0032】また、この液晶表示装置は、液晶セルの裏面側基板の内面に半透過反射膜を設けることにより、外光を利用する反射型表示の際には、液晶セルの表面側に配置した第1の偏光板に入射光を直線偏光とする偏光作用と液晶セルの液晶層を通った光を画像光とする検光作用との両方の作用をもたせて、液晶セルの裏面側に配置した第2の偏光板は用いずに表示するものであるから、反射型表示を、液晶セルの裏面側に配置した第2の偏光板および前記液晶セルの裏面側基板によって出射光量をロスすることなく行なうことができ、したがって、外光を利用する反射型表示の際の偏光板および液晶セルの基板での光吸収による光量ロスを少なくし、反射型表示での表示を十分明るくすることができる。

【0033】また、本発明の液晶表示装置において、前記液晶セルの両基板の内面にそれぞれ設けられている電極のうち、裏面側基板の内面に設けられている電極に前記半透過反射膜を兼ねさせれば、この電極と半透過反射膜とを同時に形成できるから、液晶セルの構造を簡素化するとともにその製造を容易にすることができる。

【0034】さらに、本発明の液晶表示装置において、液晶セルとその表面側に配置した第1の偏光板との間に位相差板を配置し、この位相差板の遅相軸を前記第1の偏光板および第2の偏光板の透過軸に対してそれぞれ斜めにずらしておけば、反射型表示の際も透過型表示の際も、入射光が前記位相差板の複屈折効果と液晶セルの液晶層の複屈折効果とを受けて偏光状態を大きく変えるため、波長ごとの偏光状態が大きく異なる楕円偏光を前記第1の偏光板に入射させて鮮明な色の着色光を得ることができるし、また、液晶セルに液晶分子が基板面に対してほぼ垂直に立上がり配向する電圧を印加したとき、つまり液晶層の複屈折効果が見掛け上ほとんどなくなったときでも、位相差板の複屈折効果によって入射光を楕円偏光とし、この楕円偏光を前記第1の偏光板に入射させて着色光を得ることができる。

【0035】また、本発明の液晶表示装置においては、液晶セルの裏面側基板の内面に半透過反射膜を設けているため、この半透過反射膜を拡散反射膜とすることは難しいが、液晶セルの表面側に配置した第1の偏光板の一面が光散乱面となっていれば、前記半透過反射膜の反射面がほぼ鏡面であっても、表示観察者の顔やその背景等の外部像が前記反射面に写って見えることはない。

【0036】そして、前記半透過反射膜の反射面がほぼ鏡面であれば、反射型表示において液晶セルの液晶層により偏光状態を変えられた光を半透過反射膜によって散乱させてしまうことはなく、また透過型表示においても、第2の偏光板を通して液晶セルにその裏面側から入射する光を半透過反射膜によって散乱させてしまうことはない。

【0037】また、この場合、前記第1の偏光板の表面が光散乱面であれば、反射型表示の際に液晶表示装置にその表面側から入射する光が散乱されてから第1の偏光板の偏光作用により直線偏光になるし、また反射型表示においても透過型表示においても、液晶セルの液晶層を通った光が前記第1の偏光板の検光作用により画像光となってから散乱されるため、入射光が前記第1の偏光板を通して画像光となるまでは光が散乱されることはなく、したがって、品質の良い画像を表示することができる。

【0038】

【実施例】以下、本発明の第1の実施例を図1～図15を参照して説明する。図10は液晶表示装置の基本構成図であり、この液晶表示装置は、液晶セル10の表面側（図において上側）に第1の偏光板（以下、表面側偏光板という）31を配置し、前記液晶セル10の裏面側（図において下側）に第2の偏光板（以下、裏面側偏光板という）32を配置するとともに、前記液晶セル10と前記表面側偏光板31との間に位相差板40を配置し、さらに前記裏面側偏光板32の背後に光源50を配置して構成されている。

【0039】この液晶表示装置の具体的な構成を説明すると、図1は液晶表示装置の一部分の断面図、図2は液晶セル10の一部分の平面図である。まず、上記液晶セル10について説明すると、この液晶セル10は、2端子の非線形抵抗素子を能動素子とするアクティブマトリックス液晶セルであり、この実施例では、MIMを能動素子としたものを用いている。

【0040】この液晶セル10は、ガラス等からなる一対の透明基板11、12間に液晶LCを挟持させたものであり、一対の基板11、12のうち、裏面側の基板11の内面つまり液晶層との対向面には、複数の画素電極13とこれら各画素電極13にそれぞれ対応する複数のMIM14とが、行方向（図2において横方向）および列方向（図2において縦方向）にマトリックス状に配設されており、その上に透明な配向膜19が設けられている。

【0041】上記MIM14は、上記裏面側基板11の上に形成された下部電極15と、この下部電極15を覆う絶縁膜16と、この絶縁膜16の上に形成された上部電極17とからなっており、各行のMIM14の下部電極15は、前記基板11上に各画素電極行ごとに配線した駆動信号供給ライン18につながり、また、各MIM14の上部電極17はそれぞれ、そのMIM14が対応する画素電極13につながっている。

【0042】なお、この実施例では、MIM14の下部電極15と前記信号供給ライン18とを一体に形成し、上部電極17は前記画素電極13と一体に形成している。また、この実施例では、前記下部電極15および信号供給ライン18をAlまたはAl系合金等の金属膜で形成し、その表面を陽極酸化処理して前記絶縁膜16を形成しており、したがって、信号供給ライン18の表面も、その端子部（図示せず）を除いて絶縁膜（陽極酸化膜）16で覆われている。

【0043】また、上記各画素電極13は、半透過反射膜Mを兼ねており、その反射面はほぼ鏡面となっている。この半透過反射膜Mは、市販のハーフミラーと同様に、入射光をある反射率と透過率で反射および透過させるものであり、この実施例では、画素電極13を、透過率が5～20%の半透過反射膜Mとしている。なお、反射率は約14%以上であればよい。

【0044】この半透過反射膜M（画素電極13）は、AlまたはAl系合金等の金属膜で形成されるか、あるいは、ITO膜等の透明導電膜と金属膜との積層膜とされている。

【0045】図3および図4は半透過反射膜Mの第1の例を示すその一部分の断面図および平面図であり、この半透過反射膜Mは、スパッタ装置によって成膜した極く薄い金属薄膜13aからなっている。

【0046】すなわち、この半透過反射膜Mは、その下地面（ここでは裏面側基板11面）の上に、スパッタ装

置によって金属粒子を極く薄く堆積させて形成されたものであり、図に示した半透過反射膜Mは、金属粒子が堆積していない孔欠陥や、金属粒子の堆積厚さが薄い凹入欠陥等の微小な欠陥部kが点在する金属薄膜13aからなっている。なお、前記欠陥部kは不規則な形状であり、またその大きさおよび分布状態は金属薄膜13aの成膜厚さに応じて変化する。

【0047】この半透過反射膜Mは、図3に実線矢印で示した表面側からの入射光も、また破線矢印で示した裏面側からの入射光も、ある反射率と透過率で反射および透過させるものであり、上記金属薄膜13aの膜部分(欠陥部k以外の部分)に入射した光の一部は金属薄膜13aの膜面で反射され、またある量の光は金属薄膜13aを透過し、残りの光は金属薄膜13aに吸収される。

【0048】一方、上記金属薄膜13aの欠陥部kのうち、金属粒子の堆積厚さが薄い凹入欠陥部分は、金属膜厚が非常に薄いため、この凹入欠陥部分での反射および吸収量は極く僅かであり、したがって、この凹入欠陥部分に入射した光はその大部分が透過する。また、金属粒子が堆積していない孔欠陥部分に入射した光はその全てが透過光となる。

【0049】ただし、上記金属薄膜13aの単位面積当りの欠陥部kの総面積は、前記単位面積当りの膜部分の面積に比べて極く僅かであり、したがって、半透過反射膜Mの透過率は、金属薄膜13aの膜部分の透過率によってほとんど支配される。

【0050】そして、前記金属薄膜13aの膜部分の透過率は、その材料である金属の光学定数と膜厚とによって決まるため、この金属薄膜13a成膜厚さを選べば、上述した透過率が5~20%の半透過反射膜Mを得ることができる。

【0051】なお、図3および図4に示した半透過反射膜Mは、孔欠陥や凹入欠陥等の微小な欠陥部kが点在する金属薄膜13aからなるものであるが、この半透過反射膜Mは、前記孔欠陥や凹入欠陥等がほとんどない金属薄膜であってもよく、その場合でも、前記金属薄膜の厚さが約20nm以下であれば、この金属薄膜を半透過反射膜Mとして使用することができる。

【0052】すなわち、スパッタ装置による金属薄膜の成膜においては、その成膜厚さが約10nm以下であると、成膜された金属薄膜が孔欠陥や凹入欠陥のある膜となるが、成膜厚さを約10nm以上に厚くしてゆくと、それにともなって前記孔欠陥や凹入欠陥の大きさが小さくなるとともにその分布数も少なくなり、ある程度以上の膜厚になると、孔欠陥や凹入欠陥がほとんど塞がって、表面がほぼ平坦な膜となる。

【0053】その例をあげると、前記金属薄膜をAlまたはAl-Ti(チタン)合金で形成する場合、例えば8.5nmの厚さに成膜した金属薄膜は、図3および図

4に示したような微小な欠陥部kのある膜であり、この金属薄膜の透過率は約10~20%、シート抵抗は53Ωである。

【0054】また、前記AlまたはAl-Ti合金を17.0nmの厚さに成膜した金属薄膜は、上記孔欠陥や凹入欠陥がほとんどない表面がほぼ平坦な膜であり、この金属薄膜の透過率は約5%以下、シート抵抗は14Ωである。

【0055】なお、上記半透過反射膜Mの透過率は、上述した5~20%の範囲であればよいが、光源50からの光をより有効に利用するためには、前記透過率を6%以上、さらに好ましくは7%以上にするのが望ましい。

【0056】ただし、このように半透過反射膜Mの透過率を高くするには、前記金属薄膜の膜厚をある程度薄くしなければならないため、そのシート抵抗が高くなってしまいが、前記半透過反射膜Mを、ITO膜等の透明導電膜と高反射率金属膜との積層膜とすれば、前記シート抵抗を低くすることができる。

【0057】すなわち、図5および図6はそれぞれ半透過反射膜Mの第2および第3の例を示すその一部分の断面図であり、図5に示した半透過反射膜Mは、その下地面(裏面側基板11面)の上にITO膜13bをスパッタ装置により成膜し、その上に、図3および図4に示した金属薄膜13aを成膜したものである。

【0058】また、図6に示した半透過反射膜Mは、その下地面(裏面側基板11面)の上に図3および図4に示した金属薄膜13aを成膜し、その上に、ITO膜13bをスパッタ装置により成膜したものである。

【0059】これら図5および図6に示した半透過反射膜MのITO膜13bのシート抵抗は、このITO膜13bの膜厚を50nmとした場合で40Ωであり、したがって、前記金属薄膜13aのシート抵抗がある程度高くても、半透過反射膜Mの見掛け上のシート抵抗を低くすることができる。

【0060】なお、図5および図6に示した半透過反射膜Mの金属薄膜13aは、孔欠陥や凹入欠陥等の微小な欠陥部kが点在する金属薄膜であるが、この金属薄膜は、前記欠陥部kがほとんどない表面がほぼ平坦な金属薄膜であってもよい。

【0061】さらに、図7および図8は、半透過反射膜Mの第4の例を示すその一部分の断面図および平面図であり、この半透過反射膜Mは、微小な開口mを点在させて設けた光不透過金属膜13cからなっている。

【0062】すなわち、この半透過反射膜Mは、その下地面(裏面側基板11面)の上に、スパッタ装置によって、AlまたはAl系合金等からなる金属膜13cを光を透過させない厚さ(300nm程度)に成膜し、この金属膜13cにフォトリソグラフィ法によって多数の微小開口mを設けたものである。

【0063】この半透過反射膜Mは、前記金属膜13c

の膜部分（開口m以外の部分）に入射した光を金属面で反射させ、開口m部分に入射した光を透過させるものであり、図7に実線矢印で示した表面側からの入射光も、また破線矢印で示した裏面側からの入射光も、ある反射率と透過率で反射および透過される。

【0064】この半透過反射膜Mは、光を透過させない厚さに成膜した比較的厚い金属膜13cからなっているため、シート抵抗が低いという利点をもっている。また、この半透過反射膜Mの透過率は、上記金属膜13cの単位面積内に分布する開口mの総面積によって決まる。

【0065】ただし、この半透過反射膜Mにおいては、1つ1つの開口mの面積が大きいと、表面側から光を入射させてその反射光を観察したときに開口m部分が黒点となって見え、裏面側から光を入射させてその透過光を観察したときに前記開口m部分が輝点となって見えるため、このような黒点や輝点を目立たなくするには、1つ1つの開口mの幅を約3μm以下にし、その数によって所望の透過率を得るのが望ましい。

【0066】そして、上記画素電極13は、上述した第1〜第4の例のいずれかの半透過反射膜Mを裏面側基板11の上に形成し、この半透過反射膜Mをフォトリソグラフィ法によりパターンニングして形成されている。なお、図6および図7に示した半透過反射膜Mで画素電極を形成する場合は、その金属膜13cへの開口mの形成と画素電極13へのパターンニングとを同時に行なうことができる。

【0067】また、図1および図2に示したように、液晶セル10の表面側基板12の内面つまり液晶層との対向面には、上記裏面側基板11に配設した各列の画素電極13にそれぞれ対向する複数本の透明な対向電極20が設けられ、その上に透明な配向膜21が設けられている。なお、前記対向電極20は、ITO等の透明導電膜で形成されている。

【0068】さらに、この表面側基板12の内面には、上記裏面側基板11に配設した各画素電極13間の間隙に対応するブラックマスク22が設けられており、このブラックマスク22も前記配向膜21で覆われている。

【0069】このブラックマスク22は、図2に示したように、裏面側基板11に配設した各画素電極13の行間および列間に対応する格子状パターンに形成されており、その縦横の各辺部は、その両側縁がそれぞれ、隣り合う画素電極13の縁部に僅かな重なり幅で対向する幅に形成されている。

【0070】なお、裏面側基板11に配設したMIM14は、図2に示したように各画素電極13の間の部分にあり、したがって、前記ブラックマスク22は、前記MIM14にもその全体を覆うように対向している。

【0071】上記ブラックマスク22は、黒色系樹脂からなる絶縁性マスクであり、このブラックマスク22の

縦辺部（画素電極13の列間に対応する辺部）は、各対向電極20の間の部分（基板12の内面）に、その両側縁をそれぞれ隣り合う対向電極20の縁部に僅かな重なり幅でラップさせて形成され、横辺部（画素電極13の行間に対応する辺部）は、対向電極20の上にこの電極20を横切るように形成されている。

【0072】なお、このブラックマスク22は、例えば、対向電極20を形成した表面側基板12面に黒色系の感光性樹脂を塗布して所定パターンの露光マスクを用いて露光処理し、その後この感光性樹脂を現像処理して焼成する方法で形成されたものである。

【0073】そして、上記裏面側基板11と表面側基板12とは、その外周縁部において枠状のシール材25（図10参照）を介して接合されており、液晶Lは両基板11、12間の前記シール材25で囲まれた領域に充填されている。

【0074】この液晶Lは、誘電異方性が正のネマティック液晶であり、この液晶Lの分子は、両基板11、12に設けた配向膜19、21によってそれぞれの基板11、12上での配向方向を規制され、両基板11、12間においてほぼ90°のツイスト角でツイスト配向されている。なお、上記配向膜19、21は、ポリイミド等からなる水平配向膜であり、その膜面にはラビングによる配向処理が施されている。

【0075】一方、上記表裏の偏光板31、32のうち、裏面側偏光板32は通常の偏光板、表面側偏光板31は、その一面、例えば表面が光散乱面Aとなっている偏光板であり、この表面側偏光板31の光散乱面Aは、図9にその一部分の断面を拡大して示したように、偏光板31の表面に微小な凹凸をもつ透明膜33を形成して構成されている。

【0076】上記透明膜33は、アクリル樹脂等の光透過率の高い樹脂からなっており、この透明膜33は、樹脂材料を微小な凹凸をもつ印刷版を用いて偏光板31面に転写印刷して硬化させる方法、前記樹脂材料を偏光板31面に均一厚さに塗布して型押しにより凹凸を付けた後に硬化させる方法、あるいは、前記樹脂材料にシリカ等からなる透明な微粒子を混入したものを偏光板31面に塗布して硬化させる方法のいずれかによって形成されている。

【0077】この透明膜33の凹凸の平均高さ（凹面と凸面との高さの差）hは1〜5μm、凹凸の平均ピッチpは5〜40μmであり、上記光散乱面Aのヘイズ値は、9〜14%である。

【0078】なお、上記ヘイズ値は、JIS K 6714に準ずる積分球式光線透過率測定装置（ヘイズメータ）による測定値である。このヘイズ値は次式により算出される。

【0079】全光線透過率； $T_t(\%) = T_2 / T_1$
平行光線透過率； $T_p(\%) = T_1 - T_d$

拡散透過率; $T_d(\%) = [T_4 - T_3 \times (T_2 / T_1)] / T_1$

ヘイズ値; $H(\%) = (T_d / T_t) \times 100$

T_1 ; 入射光線量

T_2 ; 全光線透過光量

T_3 ; 測定装置の拡散光量

T_4 ; 試験片 (透明膜 31) と測定装置による拡散光量

また、上記位相差板 40 は、ポリカーボネート等の一軸延伸フィルムからなっており、この位相差板 40 は、上記液晶セル 10 の表面側に配置された表面側偏光板 31 と前記液晶セル 10 との間に、位相差板 40 の遅相軸 (延伸軸) と表面側偏光板 31 の透過軸とを所定角度斜めにずらした状態で配置されている。

【0080】なお、前記位相差板 40 は液晶セル 10 の表面 (表面側基板 12 の外面) に接着され、表面側偏光板 31 は前記位相差板 40 の表面に接着されており、また裏面側偏光板 32 は液晶セル 10 の裏面 (裏面側基板 11 の外面) に接着されている。

【0081】また、上記光源 50 は、従来の液晶表示装置に用いられている光源と同様なものであり、図 10 のように、上記裏面側偏光板 32 の裏面ほぼ全体に対向する導光板 51 と、この導光板 51 の一端面に向けて配置された白色光を発する光源ランプ 52 とからなっている。

【0082】前記導光板 51 は、図 1 に示したように、アクリル樹脂等からなる透明板の裏面全体に A1 等の蒸着膜からなる反射膜 51a を形成したもので、光源ランプ 52 からの照明光は、導光板 51 にその一端面から入射して導光板 51 内を導かれ、この導光板 51 の表面全体から液晶セル 10 に向かって出射する。

【0083】そして、この実施例の液晶表示装置では、上記表面側偏光板 31 を、その透過軸を液晶セル 10 の表面側基板 12 上における液晶分子の配向方向 (配向膜 21 のラビング方向) に対して所定角度斜めにずらして配置するとともに、上記位相差板 40 をその遅相軸 (延伸軸) を前記表面側偏光板 31 の透過軸に対して所定角度斜めにずらして配置し、さらに裏面側偏光板 32 を、その透過軸を液晶セル 10 の裏面側基板 11 上における液晶分子の配向方向 (配向膜 19 のラビング方向) に対して所定角度斜めにずらして配置している。

【0084】なお、この実施例では、液晶セル 10 の裏面側基板 11 上における液晶分子配向方向を方位角 0° の方向とし、この方向を基準として、液晶セル 10 の表面側基板 12 上における液晶分子配向方向と偏光板 31、32 の透過軸方向および位相差板 40 の遅相軸方向を設定している。

【0085】すなわち、図 11 は、上記液晶表示装置における液晶セル 10 の液晶分子配向方向と、位相差板 40 の遅相軸と、偏光板 31、32 の透過軸とを示す平面図であり、図において 11a は液晶セル 10 の裏面側基

板 11 上における液晶分子の配向方向、12a は液晶セル 10 の表面側基板 12 上における液晶分子の配向方向を示している。

【0086】この図 11 のように、液晶セル 10 の表面側基板 12 上における液晶分子配向方向 12a は、裏面側基板 11 上における液晶分子配向方向 11a、つまり方位角 0° の方向に対し、表面側から見て左回りにほぼ 90° ずれており、液晶セル 10 の分子は両基板 11、12 間においてほぼ 90° のツイスト角でツイスト配向されている。

【0087】また、図 11 において、31a は表面側偏光板 31 の透過軸、40a は位相差板 40 の遅相軸を示しており、表面側偏光板 31 の透過軸 31a は上記方位角 0° の方向に対し表面側から見て左回りにほぼ 170° の方向、位相差板 40 の遅相軸 40a は方位角 0° の方向に対し表面側から見て左回りにほぼ 150° の方向にあり、したがって、位相差板 40 の遅相軸 40a は、表面側偏光板 31 の透過軸 31a に対し、表面側から見て右回りにほぼ 20° 斜めにずれている。

【0088】さらに、図 11 において、32a は裏面側偏光板 32 の透過軸を示しており、この裏面側偏光板 32 の透過軸 32a は上記方位角 0° の方向に対し表面側から見て左回りにほぼ 150° の方向にある。

【0089】この液晶表示装置は、外光 (自然光または室内照明光等) の光量が十分な明るい場所では前記外光を利用する反射型表示を行なうものであり、このときは図 1 および図 10 に実線矢印で示すように、液晶表示装置にその表面側から入射する外光が、表面側偏光板 31 の偏光作用により直線偏光となって液晶セル 10 に入射するとともに、その液晶層を通った光が液晶セル 10 の裏面側基板 11 の内面に設けられている半透過反射膜 M (画素電極 13) に入射し、この半透過反射膜 M で反射された光が再び液晶層を通過して前記表面側偏光板 31 に入射して、この偏光板 31 を透過する光が画像光となって液晶表示装置の表面側に出射する。

【0090】また、この液晶表示装置は、外光の光量が少ない暗い場所でも、光源 50 からの光を利用して表示を行なえるものであり、そのときは図 1 および図 10 に破線矢印で示すように、光源 50 からの光が裏面側偏光板 32 の偏光作用により直線偏光となって液晶セル 10 に入射し、その裏面側基板 11 の内面に設けられている半透過反射膜 M (画素電極 13) を透過した光が液晶層を通過して上記表面側偏光板 31 に入射して、この偏光板 31 を透過する光が画像光となって液晶表示装置の表面側に出射する。

【0091】すなわち、上記液晶表示装置は、液晶セル 10 の裏面側基板 11 の内面に半透過反射膜 M を設けることにより、外光を利用する反射型表示の際は、液晶セル 10 の表面側に配置した表面側偏光板 31 に入射光を直線偏光とする偏光作用と液晶セル 10 の液晶層を通

た光を画像光とする検光作用との両方の作用をもたせて、液晶セル10の裏面側に配置した裏面側偏光板32は用いずに表示し、光源50からの光を利用する透過型表示の際は、前記裏面側偏光板32を偏光子とし、前記表面側偏光板31を検光子として表示するものである。

【0092】上記液晶表示装置の表示動作を、まず外光を利用する反射型表示について説明すると、この液晶表示装置においては、前記表面側偏光板31の透過軸31aが液晶セル10の表面側基板12上における液晶分子配向方向12aに対して斜めずれており、位相差板40の遅相軸40aが前記表面側偏光板31の透過軸31aに対して位相差板40の遅相軸40aが斜めにずれているため、表面側偏光板31を通過して入射した直線偏光が、位相差板40を通過過程でその複屈折効果により波長ごとに偏光状態が異なる楕円偏光となり、この楕円偏光が、液晶セル10の液晶層を通過過程でその複屈折効果によりさらに偏光状態を変えられるとともに、その光のうち、前記半透過反射膜で反射された光が、再び液晶層および位相差板40を通過過程でこれらの複屈折効果によりさらに偏光状態を変えられて前記表面側偏光板31に入射する。

【0093】そして、この表面側偏光板31に入射する反射光は、上記位相差板40と液晶セル10の液晶層の複屈折効果により偏光状態を変えられた非直線偏光であるため、その光のうち、表面側偏光板31を透過する偏光成分の波長光だけがこの偏光板31を透過して出射し、その出射光中の各波長光の比率に対応した着色光となる。

【0094】次に、光源50からの光を利用するときの表示について説明すると、このときは、光源50からの光が裏面側偏光板32を通過して直線偏光となり、この直線偏光が液晶セル10にその裏面側から入射して、その光のうち液晶セル10の裏面側基板11の内面に設けられている半透過反射膜Mを透過した光が液晶層に入射するが、上記液晶表示装置においては、前記裏面側偏光板32の透過軸32aが液晶セル10の裏面側基板11上における液晶分子の配向方向11aに対して斜めにずれているため、液晶セル10にその裏面側から入射した直線偏光が、この液晶セル10の液晶層を通過過程でその複屈折効果により波長ごとに偏光状態が異なる楕円偏光となり、この楕円偏光が、位相差板40を通過過程でその複屈折効果によりさらに偏光状態を変えられて表面側偏光板31に入射する。

【0095】そして、このときも、表面側偏光板31に入射する光は、液晶セル10の液晶層と位相差板40の複屈折効果により偏光状態を変えられた非直線偏光であるため、その光のうち、表面側偏光板31を透過する偏光成分の波長光だけがこの偏光板31を透過して出射し、その出射光中の各波長光の比率に対応した着色光となる。

【0096】つまり、上記液晶表示装置は、反射型表示の際には、位相差板40と液晶セル10の液晶層との複屈折効果と表面側偏光板31の偏光および検光作用とを利用して光を着色し、透過型表示の際には、前記液晶セル10の液晶層と位相差板40との複屈折効果と裏面側偏光板32の偏光作用および表面側偏光板31の検光作用とを利用して光を着色するものである。

【0097】そして、この液晶表示装置は、カラーフィルタを用いずに光を着色するものであるから、カラーフィルタを透過させる場合に比べて透過光量のロスを大幅に低減して高輝度の着色光を得ることができ、したがって、明るいカラー画像を表示することができる。

【0098】すなわち、カラーフィルタは、その色に対応する波長域以外の波長光を吸収して光を着色するが、このカラーフィルタは、その色に対応する波長域の光もかなり高い吸収率で吸収するため、カラーフィルタによって光を着色する液晶表示装置では、表示装置に入射する光のうちの着色光となる波長帯域の光量に比べて、カラーフィルタを通った着色光の光量がかなり減少する。

【0099】この点、上記液晶表示装置は、カラーフィルタを用いずに光を着色するものであるため、カラーフィルタによる光吸収はなく、また位相差板40と液晶セル10の液晶層も、透過光の偏光状態を変えるだけでほとんど光を吸収しない。

【0100】このため、これらの複屈折効果により偏光状態を変えられ、表面側偏光板31を透過して出射する着色光の光量は、反射型表示の際の表面側偏光板31を通過して入射して上記半透過反射膜Mで反射された光のうちの前記着色光となる波長帯域の光の量、あるいは、反射型表示の際の裏面側偏光板32を通過して入射して前記半透過反射膜Mを透過した光のうちの前記着色光となる波長帯域の光の量とほとんど変わらず、したがって、高輝度の着色光が得られるから、明るいカラー画像を表示することができる。

【0101】また、カラーフィルタによって光を着色する液晶表示装置では、その表示色がカラーフィルタの色によって決まるため、1つの画素で複数の色を表示することはできなかったが、この実施例の液晶表示装置によれば、液晶セル10の液晶層に印加する電圧の大きさに応じて液晶分子の配向状態が変化し、それに応じて液晶層の複屈折効果が変化するため、液晶セル10への印加電圧を制御することによって前記着色光の色を変化させ、1つの画素で複数の色を表示することができる。

【0102】すなわち、この液晶表示装置においては、位相差板40の複屈折効果は変化しないが、液晶セル10の液晶層の複屈折効果は、その両基板11、12の電極13、20間に印加される電圧に応じて液晶分子の配向状態が変化するのにともなって変化する。

【0103】なお、液晶セル10に液晶分子が基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がり配向する電圧を

印加すると、液晶層の複屈折効果が見掛上ほとんどなくなるが、そのときも、入射光は位相差板40の複屈折効果によって楕円偏光となる。

【0104】このため、液晶セル10への印加電圧を制御して、位相差板40と液晶セル10の液晶層とを通った光の偏光状態を変化させてやれば、表面側偏光板31を透過して出射する着色光の色を変化させることができ、したがって、1つの画素で複数の色を表示することができる。

【0105】なお、この液晶表示装置の表示駆動は、基本的には、一般に知られているアクティブマトリックス型液晶表示装置（TFTを能動素子とするもの）の表示駆動と同様に、液晶セル10の対向電極20に同期信号に同期した波形の基準信号を供給し、各ゲートラインに前記同期信号に同期させて順次ゲート信号を供給するとともに、それに同期させて各データラインに画像データに応じた電位のデータ信号を供給することによって行なえばよく、前記データ信号の電位を画像データに応じて制御すれば、各行の画素の選択期間に前記画像データに応じた電位のデータ信号がTFT14を介して画素電極13に供給され、このデータ信号に応じた電圧が画素電極13と対向電極20との間に印加される。

【0106】上記液晶表示装置の表示色について説明すると、例えば上述したように、液晶セル10が液晶分子を両基板11、12間においてほぼ90°のツイスト角でツイスト配向させたものであって、その両基板11、12上における液晶分子の配向方向11a、12aと、偏光板31、32の透過軸31a、32aと、位相差板40の遅相軸40aとがそれぞれ図11に示した方向にあり、かつ、液晶セル10の $\Delta n \cdot d$ （液晶LCの屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d との積）の値が約980nm（例えば、 $\Delta n = 0.204$ 、 $d = 4.8\mu m$ ）、位相差板40のリタレーションの値が約370nmである場合、外光を利用する反射型表示では、各画素の表示色が液晶セル10への印加電圧に応じて赤、青、緑、黒、白に変化し、また光源50からの光を利用する透過型表示では、各画素の表示色が液晶セル10への印加電圧に応じて赤、緑、青、白に変化する。

【0107】図12および図13は、上記液晶表示装置の反射型表示における表示色の変化を示しており、図12は印加電圧に対する出射光の色変化を示すCIE色度図、図13は電圧-出射率特性図である。なお、ここでは、液晶表示装置にその法線に対して30°の方向（方位は任意でよい）から白色光を入射させ、液晶表示装置の法線方向から出射光を観察した結果を示している。

【0108】この反射型表示においては、液晶セル10の電極13、20間に印加する電圧値を大きくしてゆくのにもなって、出射光の色が図12に示すように矢印方向に変化してゆき、その途中で出射光が、図13に示すように、光強度が高かつ色純度もよい、赤、青、

緑、黒、白の色になる。なお、この場合の赤の出射光は、紫色を帯びた赤色光である。

【0109】このように、上記液晶表示装置は、外光を利用する反射型表示の場合で1つの画素で前記赤、青、緑、黒、白の色を表示することができるし、また隣接する複数の画素に異なる色を表示させることにより、前記赤、青、緑、黒、白のうちの複数の色による混色を表示させることもできる。

【0110】また、図14および図15は、上記液晶表示装置の透過型表示における表示色の変化を示しており、図14は印加電圧に対する出射光の色変化を示すCIE色度図、図15は電圧-出射率特性図である。なお、図14および図15も、液晶表示装置にその法線に対して30°の方向（方位は任意でよい）から白色光を入射させ、液晶表示装置の法線方向から出射光を観察した結果を示している。

【0111】この反射型表示においては、液晶セル10の電極13、23間に印加する電圧値を大きくしてゆくのにもなって、出射光の色が図14に示すように矢印方向に変化してゆき、その途中で出射光が、図15に示すように、光強度が高かつ色純度もよい、赤、緑、青、白の色になる。

【0112】このように、上記液晶表示装置は、光源50からの光を利用する反射型表示でも、1つの画素で前記赤、緑、青、白の色を表示することができるし、また隣接する複数の画素に異なる色を表示させることにより、前記赤、緑、青、白のうちの複数の色による混色を表示させることもできる。

【0113】なお、この反射型表示における印加電圧に対応した表示色および色数は上記透過型表示の場合とは異なるため、反射型表示の際にも透過型表示の場合と同様に液晶セル10を駆動すると、透過型表示の場合とは異なる色のカラー画像が表示されるが、反射型表示の際に液晶セル10の駆動条件（画像データに対応するデータ信号の電位等）を制御すれば、反射型表示においても、透過型表示に近い色のカラー画像を表示することができる。

【0114】ただし、上記液晶表示装置は、ほとんどの場合は外光を利用する反射型表示装置として使用され、外光の光量が少ない暗い場所で一時的に表示情報を見たいときに光源50を点灯させて反射型表示装置として使用されるため、反射型表示における表示画像の色の違いはあまり問題にはならないから、液晶セル10の駆動条件を透過型表示を基準として設計し、反射型表示も透過型表示と同じ駆動条件で液晶セル10の駆動して行なってもよい。

【0115】また、上記実施例の液晶表示装置は、反射型表示において赤、青、緑、黒、白の色を表示し、透過型表示において赤、緑、青、白の色を表示するものであるが、この液晶表示装置の表示色は、印加電圧と、液晶

セル 10 の両基板 11, 12 上における液晶分子の配向方向 11a, 12a および液晶分子のツイスト角と、偏光板 31, 32 の透過軸 31a, 32a の方向および位相差板 40 の遅相軸 40a の方向とによって決まるから、これらの条件を選択すれば、前記表示色を任意に選ぶことができる。

【0116】そして、上記液晶表示装置は、液晶セル 10 の裏面側基板 11 の内面に半透過反射膜 M を設けることにより、外光を利用する反射型表示時には、表面側偏光板 31 に偏光作用と検光作用との両方の作用をもたせて、裏面側偏光板 32 は用いずに表示するものであるため、反射型表示を、裏面側偏光板 32 および液晶セル 10 の裏面側基板 11 によって出射光量をロスすることなく行なうことができ、したがって、外光を利用する反射型表示の際の偏光板および液晶セルの基板での光吸収による光量ロスを少なくし、反射型表示での表示を十分明るくすることができる。

【0117】なお、上記液晶表示装置においては、光が、位相差板 40 と液晶セル 10 の液晶層も通るが、この位相差板 40 と液晶層は前述したようにほとんど光を吸収しないため、これらによる光量ロスはほとんどない。

【0118】また、上記液晶表示装置においては、液晶セル 10 の両基板 11, 12 の内面にそれぞれ設けられている画素電極 13 と対向電極 20 とのうち、裏面側基板 11 の内面に設けられている画素電極 13 に前記半透過反射膜 M を兼ねさせているため、この画素電極 13 と半透過反射膜 M とを同時に形成できるから、液晶セル 10 の構造を簡素化するとともにその製造を容易にすることができる。

【0119】さらに、上記液晶表示装置においては、液晶セル 10 の裏面側基板 11 の内面に半透過反射膜 M を設けているため、この半透過反射膜 M を拡散反射膜とすることは難しいが、上述したように、液晶セル 10 の表面側に配置した表面側偏光板 31 の一面が光散乱面 A となっていれば、液晶表示装置への入射光および出射光を前記光散乱面 A で散乱させることができるため、前記半透過反射膜 M の反射面がほぼ鏡面であっても、表示観察者の顔やその背景等の外部像が前記反射面に写って見えることはない。

【0120】すなわち、上記液晶表示装置は、光の透過率が非常に高いため、半透過反射膜 M の反射面が鏡面であると、表示観察者の顔やその背景等の外部像が半透過反射膜 M の反射面に写り、その像が表示画像と重なって見えるが、液晶表示装置の表面にある偏光板 31 の一面が光散乱面 A であれば、外部像に対応する光も前記光散乱面 A で散乱されるから、前記外部像の写り込みは生じない。

【0121】そして、上記半透過反射膜 M の反射面がほぼ鏡面であれば、反射型表示に際して、液晶セル 10 の

液晶層により偏光状態を変えられた光を半透過反射膜 M によって散乱させてしまうことはなく、また透過型表示に際しても、裏面側偏光板 32 を通って液晶セル 10 にその裏面側から入射する光を半透過反射膜 M によって散乱させてしまうことはない。

【0122】また、この場合、前記表面側偏光板 31 の表面が光散乱面 A であれば、反射型表示の際に液晶表示装置にその表面側から入射する光が散乱されてから表面側偏光板 31 の偏光作用により直線偏光になるし、また反射型表示においても透過型表示においても、液晶セル 10 の液晶層を通った光が前記表面側偏光板 31 の検光作用により画像光となってから散乱されるため、入射光が前記表面側偏光板 31 を通って画像光となるまでは光が散乱されることはなく、したがって、品質の良い画像を表示することができる。

【0123】なお、上記光散乱面 A の散乱効果は、上述したヘイズ値によって決まり、このヘイズ値が 25% 以上であると、表面側偏光板 31 の検光作用によって画像光となった光も大きく散乱されて表示画像が不鮮明になり、またヘイズ値が 6% 以下であると上記外部像の写り込みを生じるが、光散乱面 A のヘイズ値が 9~14% の範囲であれば、鮮明な表示画像を得るとともに外部像の写り込みもなくすることができる。

【0124】さらに、上記液晶表示装置においては、液晶セル 10 の表面側基板 12 の内面に、この液晶セル 10 の裏面側基板 11 に配設した各画素電極 13 間の間隙に対応するブラックマスク 22 を設けているため、各画素間のコントラストを鮮明にして高品位の画像を表示することができる。

【0125】なお、上述した第 1 の実施例では、液晶セル 10 として、その裏面側基板 11 の内面に画素電極 13 と MIM14 とを配設し、表面側基板 12 の内面对向電極 20 を設けたものを用いたが、この液晶セル 10 は、表面側基板 12 の内面に画素電極 13 と MIM14 とを配設し、裏面側基板 11 の内面对向電極 20 を設けたものであってもよい。

【0126】図 16 は、本発明の第 2 の実施例を示す液晶表示装置の一部分の断面図であり、この実施例は、液晶セル 10 を、その表面側基板 12 の内面に画素電極 13 と MIM14 とを配設し、裏面側基板 11 の内面对向電極 20 を設けた構成とするとともに、裏面側基板 11 の内面に設けた前記対向電極 20 に半透過反射膜 M を兼ねさせたものである。

【0127】なお、この実施例の液晶表示装置は、上述した第 1 の実施例において液晶セル 10 の裏面側基板 11 に設けた画素電極 13 と MIM14 および配向膜 19 を表面側基板 12 に設けるとともに前記画素電極 13 を透明電極とし、第 1 の実施例において液晶セル 10 の表面側基板 12 に設けた対向電極 20 と配向膜 21 とブラックマスク 22 とを裏面側基板 11 に設けるとともに前

記対向電極 20 に半透過反射膜 M を兼ねさせたものであって、その他の構成は前記第 1 の実施例と同じであるから、構成の説明は図に同符号を付して省略する。

【0128】また、この実施例の液晶表示装置も、液晶セル 10 の裏面側基板 11 の内面に半透過反射膜 M を設けることにより、外光を利用する反射型表示の際には、液晶セル 10 の表面側に配置した表面側偏光板 31 に偏光作用と検光作用との両方の作用をもたせて、液晶セル 10 の裏面側に配置した裏面側偏光板 32 は用いずに表示するとともに、カラーフィルタを用いずに、位相差板 40 および液晶セル 10 の液晶層の複屈折効果と偏光板（反射型表示では表面側 31、透過型表示では裏面側偏光板 32 と表面側偏光板 31）の偏光および検光作用とを利用して光を着色するものであって、得られる種々の効果も第 1 の実施例と同じであるから、その説明も省略する。

【0129】なお、上記第 1 および第 2 の実施例においては、液晶セル 10 の両基板 11、12 のうち対向電極 20 を設けた側の基板（第 1 の実施例では表面側基板 12、第 2 の実施例では裏面側基板 11）にブラックマスク 22 を設けているが、このブラックマスク 22 は、画素電極 13 および MIM14 を配設した基板の内面に設けてもよい。ただし、このブラックマスク 22 は必ずしも必要ではない。

【0130】また、上記第 1 および第 2 の実施例の液晶表示装置では、偏光板 30 と液晶セル 10 との間に位相差板 40 を配置しているが、この位相差板 40 はなくてもよく、その場合でも、前記表面側偏光板 31 を、その透過軸を液晶セル 10 の表面側基板 12 上における液晶分子配向方向 12a に対して斜めにずらして設け、裏面側偏光板 32 を、その透過軸を液晶セル 10 の裏面側基板 11 上における液晶分子配向方向 11a に対して斜めにずらして設ければ、反射型表示の際も透過型表示の際も、液晶セル 10 の液晶層の複屈折効果と偏光板の偏光および検光作用とを利用して光を着色することができる。

【0131】すなわち、反射型表示の場合、表面側偏光板 31 の透過軸が液晶セル 10 の表面側基板 12 上における液晶分子配向方向 12a に対して斜めにずれていれば、表面側偏光板 31 を通って入射した直線偏光が、液晶セル 10 を通る過程で液晶層の複屈折効果により波長ごとに偏光状態が異なる楕円偏光となるとともに、半透過反射膜 M で反射された光が再び液晶層を通る過程でさらに偏光状態を変えられて前記表面側偏光板 31 に入射し、この偏光板 31 を透過する偏光成分の光が着色光となって液晶表示装置の表面に出射する。

【0132】また、透過型表示の場合、裏面側偏光板 32 の透過軸が液晶セル 10 の裏面側基板 11 上における液晶分子配向方向 11a に対して斜めにずれていれば、裏面側偏光板 32 を通って液晶セル 10 に入射した直線

偏光のうち、半透過反射膜 M を透過した光が、液晶層を通る過程でその複屈折効果により波長ごとに偏光状態が異なる楕円偏光となって表面側偏光板 31 に入射し、この偏光板 31 を透過する偏光成分の光が着色光となって液晶表示装置の表面に出射する。

【0133】そして、この液晶表示装置においても、カラーフィルタを透過させる場合に比べて透過光量のロスを大幅に低減できるから、高輝度の着色光を得ることができるし、また、液晶セル 10 の液晶層に印加する電圧の大きさに応じて液晶分子の配向状態が変化し、それに応じて液晶層の複屈折効果も変化するため、液晶セル 10 への印加電圧を制御することによって前記着色光の色を変化させ、1つの画素で複数の色を表示することができる。

【0134】ただし、上述した第 1 および第 2 の実施例のように液晶セル 10 と表面側偏光板 31 との間に位相差板 40 を配置すれば、反射型表示の際も透過型表示の際も、入射光が位相差板 40 の複屈折効果と液晶セル 10 の液晶層の複屈折効果とを受けて偏光状態を大きく変えるため、波長ごとの偏光状態が大きく異なる楕円偏光を表面側偏光板 31 に入射させて鮮明な色の着色光を得ることができるし、また、液晶セル 10 に液晶分子が基板面に対してほぼ垂直に立上がり配向する電圧を印加したとき、つまり液晶層の複屈折効果が見掛上ほとんどなくなったときでも、位相差板 40 の複屈折効果によって入射光を楕円偏光とし、この楕円偏光を表面側偏光板 31 に入射させて着色光を得ることができるから、前記位相差板 40 を設けるのが望ましい。なお、この位相差板は 2 枚以上重ねて設けてもよい。

【0135】また、上記実施例では、液晶セル 10 として、MIM14 を能動素子とするアクティブマトリクス型セルを用いたが、この液晶セルは、薄膜ダイオード等の 2 端子の非線形抵抗素子を能動素子とするアクティブマトリクス型セルであってもよく、また液晶分子のツイスト角も 90° に限らず、例えば $180^\circ \sim 270^\circ$ としてもよいし、さらにこの液晶セル 10 は、液晶分子をホモジニアス配向、ホメオトロピック配向、ハイブリッド配向等の配向状態に配向させたものでもよい。

【0136】

【発明の効果】本発明の液晶表示装置は、反射型表示の際には、液晶セルの液晶層の複屈折効果と第 1 の偏光板の偏光および検光作用とを利用して光を着色し、透過型表示の際には、前記液晶セルの液晶層の複屈折効果と第 2 の偏光板の偏光作用および第 1 の偏光板の検光作用とを利用して光を着色するものであり、この液晶表示装置は、カラーフィルタを用いずに光を着色するものであるから、カラーフィルタを透過させる場合に比べて透過光量のロスを大幅に低減して高輝度の着色光を得ることができる。したがって、明るいカラー画像を表示することができる。

【0137】しかも、この液晶表示装置においては、液晶セルの液晶層に印加する電圧の大きさに応じて液晶分子の配向状態が変化し、それに応じて液晶層の複屈折効果が変化するため、液晶セルへの印加電圧を制御することによって前記着色光の色を変化させ、1つの画素で複数の色を表示することができる。

【0138】また、この液晶表示装置は、液晶セルの裏面側基板の内面に半透過反射膜を設けることにより、外光を利用する反射型表示の際には、液晶セルの表面側に配置した第1の偏光板に入射光を直線偏光とする偏光作用と液晶セルの液晶層を通った光を画像光とする検光作用との両方の作用をもたせて、液晶セルの裏面側に配置した第2の偏光板は用いずに表示するものであるから、反射型表示を、液晶セルの裏面側に配置した第2の偏光板および前記液晶セルの裏面側基板によって出射光量をロスすることなく行なうことができ、したがって、外光を利用する反射型表示の際の偏光板および液晶セルの基板での光吸収による光量ロスを少なくし、反射型表示での表示を十分明るくすることができる。

【0139】また、本発明の液晶表示装置において、前記液晶セルの両基板の内面にそれぞれ設けられている電極のうち、裏面側基板の内面に設けられている電極に前記半透過反射膜を兼ねさせれば、この電極と半透過反射膜とを同時に形成できるから、液晶セルの構造を簡素化するとともにその製造を容易にすることができる。

【0140】さらに、本発明の液晶表示装置において、液晶セルとその表面側に配置した第1の偏光板との間に位相差板を配置し、この位相差板の遅相軸を前記第1の偏光板および第2の偏光板の透過軸に対してそれぞれ斜めにずらしておけば、反射型表示の際も透過型表示の際も、入射光が前記位相差板の複屈折効果と液晶セルの液晶層の複屈折効果とを受けて偏光状態を大きく変えるため、波長ごとの偏光状態が大きく異なる楕円偏光を前記第1の偏光板に入射させて鮮明な色の着色光を得ることができるし、また、液晶セルに液晶分子が基板面に対してほぼ垂直に立上がり配向する電圧を印加したとき、つまり液晶層の複屈折効果が見掛上ほとんどなくなったときでも、位相差板の複屈折効果によって入射光を楕円偏光とし、この楕円偏光を前記第1の偏光板に入射させて着色光を得ることができる。

【0141】また、本発明の液晶表示装置においは、液晶セルの裏面側基板の内面に半透過反射膜を設けているため、この半透過反射膜を拡散反射膜とすることは難しいが、液晶セルの表面側に配置した第1の偏光板の一面が光散乱面となっていれば、前記半透過反射膜の反射面がほぼ鏡面であっても、表示観察者の顔やその背景等の外部像が前記反射面に写って見えることはない。

【0142】そして、前記半透過反射膜の反射面がほぼ鏡面であれば、反射型表示において液晶セルの液晶層により偏光状態を変えられた光を半透過反射膜によって散

乱させてしまうことはなく、また透過型表示においても、第2の偏光板を通して液晶セルにその裏面側から入射する光を半透過反射膜によって散乱させてしまうことはない。

【0143】また、この場合、前記第1の偏光板の表面が光散乱面であれば、反射型表示の際に液晶表示装置にその表面側から入射する光が散乱されてから第1の偏光板の偏光作用により直線偏光になるし、また反射型表示においても透過型表示においても、液晶セルの液晶層を通った光が前記第1の偏光板の検光作用により画像光となつてから散乱されるため、入射光が前記第1の偏光板を通して画像光となるまでは光が散乱されることはなく、したがって、品質の良い画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す液晶表示装置の一部分の断面図。

【図2】液晶セルの一部分の平面図。

【図3】半透過反射膜の第1の例を示すその一部分の断面図。

【図4】図3に示した半透過反射膜の平面図。

【図5】半透過反射膜の第2の例を示すその一部分の断面図。

【図6】半透過反射膜の第3の例を示すその一部分の断面図。

【図7】半透過反射膜の第4の例を示すその一部分の断面図。

【図8】図7に示した半透過反射膜の平面図。

【図9】表面側偏光板の表面の拡大断面図。

【図10】第1の実施例の液晶表示装置の基本構成図。

【図11】液晶セルの液晶分子配向方向と、位相差板の遅相軸と、偏光板の透過軸とを示す平面図。

【図12】反射型表示の際の印加電圧に対する出射光の色変化を示すCIE色度図。

【図13】反射型表示の際の電圧-出射率特性図。

【図14】透過型表示の際の印加電圧に対する出射光の色変化を示すCIE色度図。

【図15】透過型表示の際の電圧-出射率特性図。

【図16】本発明の第2の実施例を示す液晶表示装置の一部分の断面図。

【図17】従来の液晶表示装置の基本構成図。

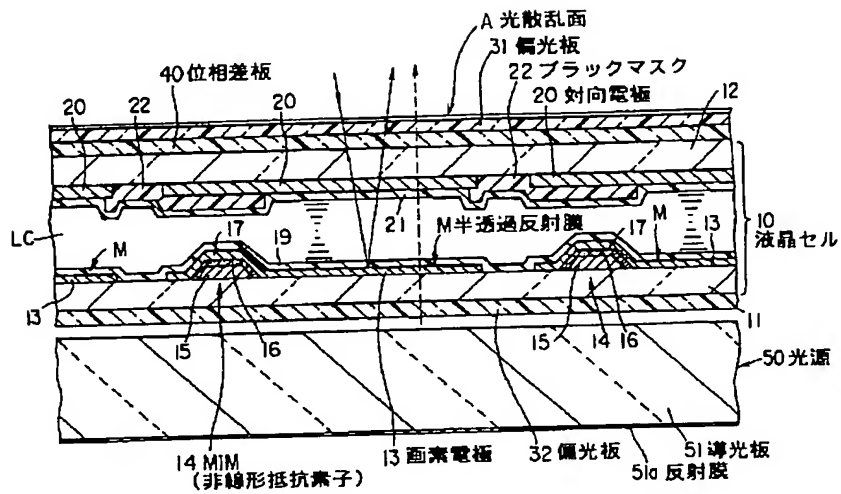
【符号の説明】

- 10…液晶セル
- 11…裏面側基板
- 12…表面側基板
- 13…画素電極
- M…半透過反射膜
- 14…MIM（非線形抵抗素子）
- 19…配向膜
- 20…対向電極

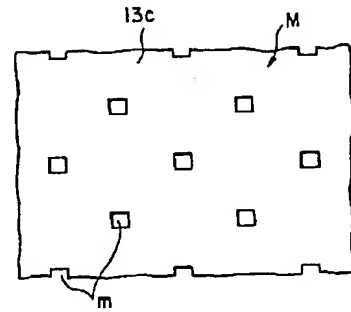
21…配向膜
22…ブラックマスク
LC…液晶
31…表面側偏光板（第1の偏光板）

A…光散乱面
32…裏面側偏光板（第2の偏光板）
40…位相差板
50…光源

【図1】

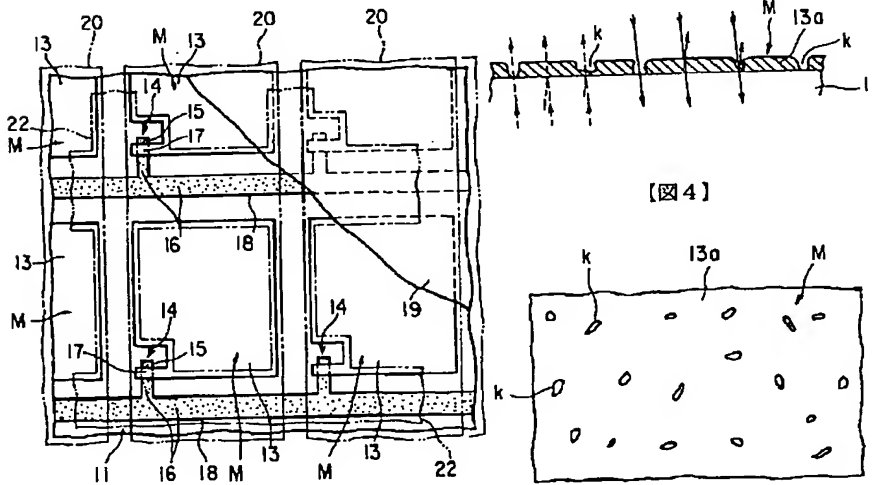


【図8】



【図2】

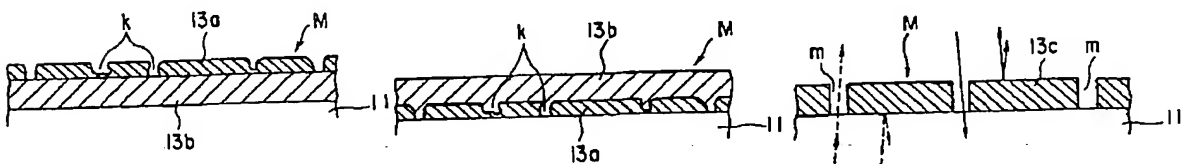
【図3】



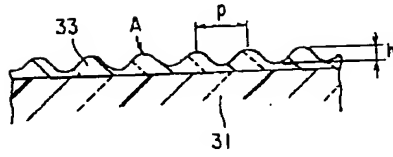
【図5】

【図6】

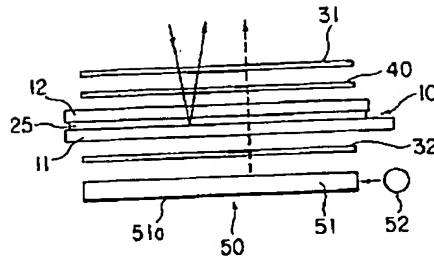
【図7】



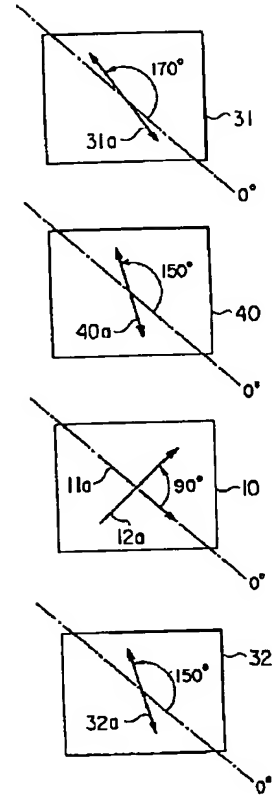
【図 9】



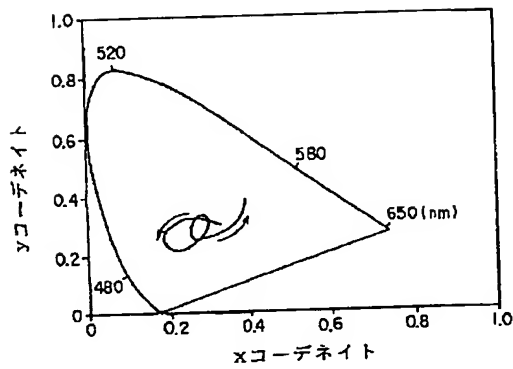
【図 10】



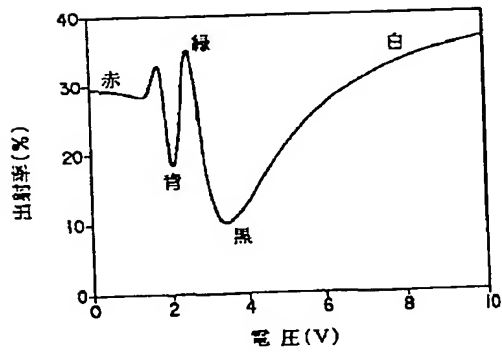
【図 11】



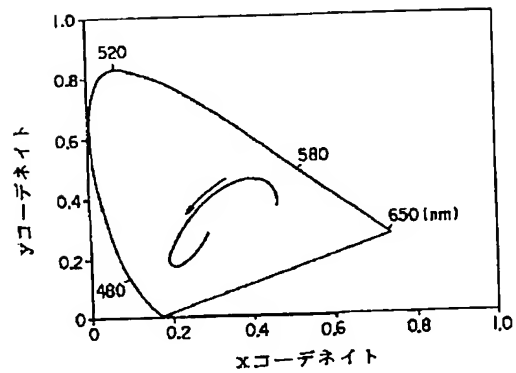
【図 12】



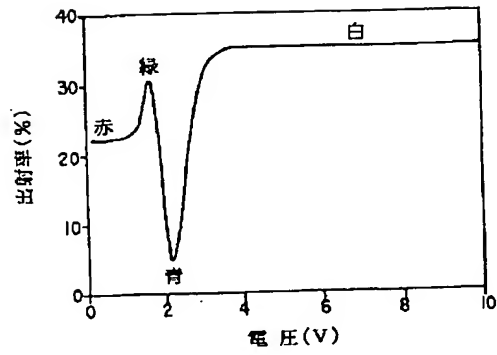
【図 13】



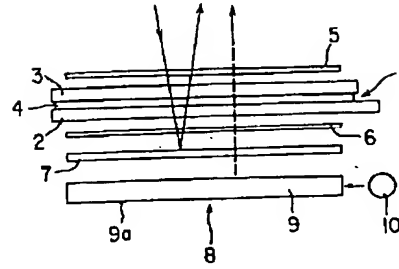
【図 14】



【図15】



【図17】



【図16】

